



FI000100239B



SUOMI-FINLAND

(FI)

Patentti- ja rekisterihallitus
Patent- och registerstyrelsen(12) PATENTTIJULKAISU
PATENTSKRIFT

(10) FI 100239 B

(45) Patentti myönnetty - Patent beviljats 31.10.97

(51) Kv.lk.6 - Int.kl.6

C 04B 16/06, 20/10, 28/02

(21) Patenttihakemus - Patentansökning 912848

(22) Hakemispäivä - Ansökningsdag 13.06.91

(24) Alkupaivä - Löpdag 14.12.89

(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig 13.06.91

(86) Kv. hakemus - Int. ansökan PCT/DK89/00295

(32) (33) (31) Etuoikeus - Prioritet

14.12.88 DK 6956/88 P

(73) Haltija - Innehavare

1. Cemfiber A/S, Snedkervej 1, 6800 Varde, Danmark, (DK)

(72) Keksijä - Uppfinnare

1. Hansen, Anders Staf, Vestparken 17, 6840 Oksboel, Danmark, (DK)

2. Davies, Derek, Clifton Hall, Ashbourne, Derbyshire DE6 2GL, United Kingdom, (GB)

(74) Asiamies - Ombud: Berggren Oy Ab, Jaakonkatu 3 A, 00100 Helsinki

(54) Keksinnön nimitys - Uppfinningens benämning

Menetelmä sementtipohjaisen materiaalin valmistamiseksi ja siinä käytettäviä synteettisiä kuitukimppuja**Förfarande för framställning av ett cementbaserat material och syntetfiberknippen för användning i förfarandet**

(56) Viitejulkaisut - Anförda publikationer

FI B 72331 (C 08J 7/18), EP A 225036 (C 04B 16/06), EP A 235577 (C 08K 9/08)

(57) Tiivistelmä - Sammandrag

Synteettisiä kuitukimppuja, jotka on suunniteltu käytettäväksi betonissa, laastissa tai sementissä ja jotka sisältävät n. 10-10 000 filamenttia kimppua kohti, jotka filamentit koostuvat olennaisesti polyolefiinista, kuten polypropeenista tai polyeteenistä, polyolefiinijohdannaisesta, polyesteristä, polyamidista tai edellä mainittujen seoksesta ja joiden pituus on n. 1-30 mm, keskipoikkidimensio n. 5-50 µm ja sivusuhte n. 100-1000, joilla yksittäisillä filamenteilla on pintajännitys, joka sallii niiden dispergoimisen oleellisen homogeenisesti betoniin, laastiin tai kalkkilaastiin tavanomaisella sekoituksella tavanomaisessa betoninsekoituslaitteessa; sementtipohjaisia betoneja, laasteja ja kalkkilaasteja, jotka sisältävät näitä kuitukimppuja, ja menetelmä kuitukimppujen ja sementtipohjaisten materiaalien valmistamiseksi.

Syntetiska fiberbuntar, som är planerade för att användas i betong, bruk eller sement, och som innehåller ca. 10-10000 filamenter per bunt, vilka filamenter bildar sig väsentligt av en polyolefin såsom polypropen, eller polyeten, en polyolefinderivat, en polyester, en polyamid eller en blandning av de ovannämnda och som har en längd av ca. 1-30 mm, en medeltvärdimension av ca. 5-50 µm och ett sidoförhållande av ca. 100-1000, vilka individuella filamenter har en ytspänning, som tillåter dem att dispergeras väsentligt homogent i betong, bruk eller kalkbruk med konventionell blandning i en konventionell betongblandningsapparat; cementbaserade betonger, bruk och kalkbruk, som innehåller fiberbuntar, och en metod att framställa fiberbuntarna och de cementbaserade materialen.

Menetelmä sementtipohjaisen materiaalin valmistamiseksi ja siinä käytettäviä synteettisiä kuitukimppuja - Förfarande för framställning av ett cementbaserat material och syntetfiberknippen för användning i förfarandet

5

Keksinnön kohteena on patenttivaatimuksen 1 johdanto-osan mukainen menetelmä sekä patenttivaatimuksen 17 johdanto-osan mukaiset synteettiset kuitukimput.

10

Erityyppisten kuitujen käyttö betonin valmistuksessa lisävetolujuuden ja lujitteen aikaansaamiseksi iskun aiheuttamaa vahingoittumista ja murtuman etenemistä vastaan on tunnettu ja sitä on harjoitettu pitkän aikaa. On myös tunnettua, että vaikka tavanomaiset lujittavat ja karkeammat kuidut voivat vähentää suurempaa näkyvää halkeilua, jota pyrkii tapahtumaan betonissa, vain hyvin hienot kuidut ovat todella tehokkaita ehkäisemään pienempien murtumien kehittymistä. Kuitenkin kuidut, joita yleensä käytetään betonissa, esim. sellaisia materiaaleja kuin polypropeenia olevat synteettiset kuidut ovat suhteellisen karkeita johtuen siitä, että on vaikeaa saavuttaa tyydyttävää dispergoitumista betoniin hyvin hienoilla kuiduilla ja erityisesti kuiduilla, joilla on suuret sivusuhteet, käyttämällä tavanomaisia sekoitusmenettelyjä ja laitteistoa. Itse asiassa jopa suhteellisen karkeiden kuitujen tasainen dispergointi betoniin voi myös olla vaikeaa.

20

On yleistä, että tällaiset kuidut valmistetaan yhtenäisenä fibrillaattinauhana ja että luotetaan pitkäaikaisen sekoituksen murtavan fibrilloinnin ja dispergoivan yksittäiset filamentit, jotka ovat yhä suhteellisen karkeita, betoniin. Tämä systeemi ei ehkä aina ole luotettava eikä fibrilloitu nauha aina murru halutuiksi yksittäisiksi filamentteiksi varsinkaan, koska vaadittua pitkäaikaisen sekoituksen astetta ei käytännössä usein saavuteta. Silloinkin, kun kuidut erottuvat tehokkaasti, ne saattavat yhä olla liian karkeita maksimitehokkuuden saavuttamiseen murtumisen ehkäisyssä, erityisesti mikromurtumista vastaan.

30

Betoni on taipuvainen sisäsyntyiseen murtumiseen ja koska se on hauras materiaali, nämä murtumat etenevät helposti suhteellisen pienillä jännityksillä. Betoni murtuu vedossa vähittäisellä murtuman kehittymisellä eikä tavallisemmalla teknisten materiaalien murtumistavalla.

35

Yleisesti oletetaan, että ristiriita betonin todellisen ja teoreettisen lujuuden välillä voidaan selittää valurakkuloiden esiintymisellä (Neville, A.M., Properties of Concrete, 1981). Näin ollen betoni ei murru sen vuoksi, että se on heikko vedossa,

vaan pikemminkin se on heikko vedossa, koska se jo sisältää murtumia. Nämä murtumat ja valurakkulat vaihtelevat kooltaan, joten mittakaava on hyvin tärkeä käsiteltäessä murtumismekanismia, koska kokonaisuuden todellinen lujuus on tilastollinen todennäköisyysseikka, joka riippuu murtumien jakautumisesta materiaalissa. Betonin tehollista lujuutta voidaan tämän vuoksi parantaa ja halkeamista, ts. suuren mittakaavan halkeamia ja murtumia, voidaan estää ehkäisemällä säröjen kehittymistä ja etenemistä.

10 Sisäsyntyisiä, ei-rakenteellisia säröjä kehittyi suurissa valmiiksi sekoitetun betonin massoissa johtuen pienistä säröistä, joita muodostuu varhaisessa vaiheessa ja nämä etenevät sen jälkeen jännitysten vaikutuksesta, joita tällaisten suhteellisen suurten rakenteiden dimensioiden muutokset aiheuttavat. Jalkakäytäväbetoniyksiköt ovat tyypillisesti kooltaan n. 3 x 10 m ja 200 mm paksuja; pienet säröt tällaisessa betonissa voivat helposti edetä aikaansaaden heikon lenkin, joka johtaa myöhempään halkeamiseen. Tämä selvästi näkyvä säröily on usein ainoa säröilyn muoto, jonka tajutaan olevan tärkeä, mutta se on suoraa seurausta paljon pienemmästä ja todennäköisesti olennaisesti näkymättömästä aikaisemmasta särön kehittymisestä.

20 Patentissa EP-A-O 235 577 selostetaan kuituagglomeraatteja, joilla on parannettu dispergoitavuus viskooseihin orgaanisiin ja epäorgaanisiin matriiseihin, esim. sementtipohjaisiin matriiseihin, jotka agglomeraatit koostuvat akryylitapulikuiduista, joiden jokaisen halkaisija on alle 50 µm ja pituus yli 3 mm, kuitujen ollessa sidottu toisiinsa koheesiota parantavalla aineella, joka on liuotettu lujitettavaan matriisiin, paisuu tai sulaa siinä. Koheesiota parantavaa ainetta, esim. polyvinyylialkoholia, käytetään 1-30 painoprosentin määrä kuidusta. Kuiduilla on edullisesti suuri kimmomoduli.

30 Patentissa EP-A-O 225 404 selostetaan menetelmää kuitulujitteisen valetun sementtikappaleen valmistamiseksi, jossa menetelmässä dispergoidaan useista kuiduista koostuvia säikeitä kovettumattomaan sementtimateriaaliin ja sen jälkeen kovetetaan materiaali, jolloin ainakin jotkin säikeistä kyllästyvät sideaineella niin, että säikeiden kuidut ovat sitoutuneet heikosti toisiinsa ja niin, että kun säikeet dispergoidaan sementtimateriaaliin, kuidut vapautuvat toisistaan. Sideainetta, esim. epoksihartsia, käytetään sellainen määrä, että säikeiden suhde sideaineeseen on 35 5:5-9:1 tilavuudesta laskettuna.

Kuidun aikaisemmat sovellutukset ovat kohdistuneet tavanomaiseen lujittamiseen, jossa käytetään riittävästi korkean kimmomodulin kuituja vetojännitysten kannat-

tamiseen. Vaikka tämä on mahdollista korkean sementtipitoisuuden materiaaleissa, tämä lähestymistapa ei ehkä toimi tehokkaasti tavanomaisemmilla betoneilla, ei edes teräskuiduilla, joilla on erinomaiset mekaaniset ominaisuudet. Tämä voi johtua seuraavista seikoista:

5

- a. Vaadittu kuitumäärä voi olla liian suuri mahtuakseen betonin laastifaasiin.
- b. Kuitujen antama hyöty voidaan saavuttaa sen jälkeen, kun matriisi on murtunut ja sitä voidaan näin ollen tällaisissa tapauksissa kuvata yksinkertaisesti vähittäiseksi murtumaksi hyödyllisen lujuuden sijasta.
- 10 c. Kustannukset ja vaikeudet käytössä eivät aina tee sovellutusta oikeutetuksi.
- d. Kuitujen kolmiulotteinen suuntautuminen esiseoskäytössä ja kuitujen käyttö kaikkialla materiaalissa muodostavat usein lujitteen käytöstä tehottoman.

15 On käynyt yhä ilmeisemmäksi, että kuitujen tärkein kaupallinen panos on parantaa itse betonin ominaisuuksia eikä toimia itsenäisesti lujitteena.

Lujitus on kuitenkin helppo laskea ja vaikka muiden etujen, ts. itse betonin, vahvistamisen saatetaan tunnustaa olevan merkityksellistä, vaikeus niiden mittaamisessa ja määrittämisessä on ollut tekijä, joka hidastaa tätä kuidun käyttöä betonissa.

20

Keksinnön mukaisesti on havaittu, että on mahdollista käyttää hyvin pieniä määriä hyvin hienoja synteettisiä kuituja, esim. polypropeenia, betonin ja laastin ominaisuuksien ja suorituskyvyn parantamiseen, erityisesti niiden säröjen kehittymisen estämiseen, joita betonissa tapahtuvat dimensiomuutokset aiheuttavat, ja tämän säröilyn ehkäisyyn saavuttamiseen tärkeällä mikrotasolla, ennen kuin säröt kehittyvät visuaalisesti havaittaviksi. Kuidut toimivat täten parantaen betonin luontaista lujuutta ja erityisesti estäen sisäsyntyisiä säröjä kehittymästä mikrotasolla ja myös estäen niiden etenemisen sen sijaan, että ne aikaansaisivat pelkän erillisen itsenäisen lujitteen.

30

Keksinnön mukainen menetelmä tunnetaan pääasiallisesti patenttivaatimuksen 1 tunnusmerkkiosasta ja keksinnön mukaiset kuitukimput vastaavasti patenttivaatimuksen 17 tunnusmerkkiosasta.

35

Kuidut lisätään betoniin tai laastiin kuitukimppujen muodossa, jotka, kuten seuraavassa selostetaan, sallivat saavuttaa halutun hienojen kuitujen oleellisesti homogeenisen jakautumisen materiaaliin. Eräs tämän keksinnön kohta koskee tämän vuoksi synteettisiä kuitukimppuja, jotka on suunniteltu käytettäväksi betonissa,

laastissa tai sementissä, kuitujen sisältäessä 10-10000 filamenttia kimpua kohti; filamenttien koostuessa olennaisesti polyolefiinista, kuten polypropeenista tai polyeteenistä, polyesteristä tai edellä mainittujen seoksesta ja niiden pituuden ollessa 1-30 mm, keskipoikkimitan 5-30 μm ja sivusuhteen 100-1000, joita kuituja pitää yhdessä kussakin kimpussa kostutusaine, joka varustaa yksittäiset filamentit pintajännityksellä, joka sallii niiden dispergoinnin oleellisesti homogeenisesti betoniin, laastiin tai kalkkilaastiin tavanomaisella sekoituksella tavanomaisessa betoninsekoituslaitteistossa.

10 Muussa kohdassaan tämä keksintö koskee menetelmää sementtipohjaisen materiaalin valmistamiseksi, jossa menetelmässä:

lisätään betoni-, laasti- tai sementtiseokseen, johon vesi on lisätty, alle 1 paino-% sementtimateriaaleista laskettuna synteettisiä kuitukimppuja, jotka sisältävät 10-15 10 000 filamenttia kimpua kohti, filamenttien koostuessa polyolefiinista, kuten polypropeenista tai polyeteenistä, polyesteristä tai edellä mainittujen seoksesta ja niiden pituuden ollessa 1-30 mm, keskipoikkidimension 5-30 μm ja sivusuhteen 100-1000, joita filamentteja kussakin kimpussa pitää yhdessä kostutusaine, joka kostutusaine antaa yksittäisille filamentteille pintajännityksen, joka sallii niiden dispergoinnin oleellisen homogeenisesti seokseen tavanomaisella sekoituksella tavanomaisessa betoninsekoituslaitteistossa, 20 sekoitetaan saatua seosta vähintään noin 20 sekunnin ajan betoni-, laasti- tai sementtiseoksen saamiseksi, johon yksittäiset filamentit ovat jakautuneet oleellisen homogeenisesti ja 25 valetaan betoni-, laasti- tai sementtiseos haluttuun muotoon lisäten valinnaisesti valun aikana lisäaineosia, kuten lujitetta.

On havaittu, että keksinnön mukaisten kuitukimppujen muodossa olevat erittäin hienot kuidut kyetään tehokkaasti dispergoimaan kaiken tyyppisiin betoneihin, laasteihin tai sementteihin käyttäen kaiken tyyppisiä olemassa olevia tavanomaisia sekoittimia, kuten valmisbetonikuorma-auton pyörivää rumpua. Koska nämä kuidut kyetään dispergoimaan hyvin, ne voivat jopa hyvin pienillä lisäsmäärillä tuottaa monia tärkeitä etuja betonin ja muiden sementtipohjaisten materiaalien ominaisuuksille ja suorituskyvylle. Näitä etuja ovat:

35 Niiden säröjen ehkäisy, jotka ovat seurausta plastisesta kutistumisesta, plastisesta laskeutumisesta, varhaisesta termisestä kutistumasta, kemiallisesta kutistumasta ja karbonoimisesta.

Niiden säröjen ehkäisy, jotka ovat seurausta kuivumiskutistumasta, aiheutetuista kuormituksista johtuvista vaihtelevista syklistä jännityksistä, palautuvista kosteuden liikkeistä ja termisistä muutoksista.

- 5 Mahdollinen teräsverkon tarpeen eliminointi pahimpien sisäsyntyisen säröilyn aiheuttamien ongelmien torjumisessa.

Kestävyuden paraneminen johtuen säröjen estämisestä ja pienentyneestä vesiabsorptiosta ja sen seurauksena parantunut luontainen lujuus.

10

Pakkasvaurioiden pieneneminen johtuen pienentyneestä läpäisevyydestä ja parantunut lohkeilunkesto seurauksena kasvaneesta betonin lujuudesta ja yhtenäisyydestä ja parantuneesta säröilyn etenemisen vastustuskyvystä.

- 15 Parantunut isku- ja kulutusvahinkojen vastustuskyky.

Märän betonin suurempi koheesio ja tiksotrooppisen reologian aikaansaaminen, jotka johtavat:

- 20 homogeenisempaan ja yhdenmukaisempaan betoniin, jolla on tasaisemmat ja luotettavimmat ominaisuudet, helpompaan pumppaamiseen, muottiin asettamiseen ja viimeistelyyn ja kerrostumisen ja liiallisen hikoilun estämiseen, pienempään taipumukseen muodostaa plastisia laskeutumissäröjä seurauksena kerrostumisen vähenemisestä; ja
- 25 etuihin levitettäessä betonia kalteville pinnoille, koska materiaalilla on pienempi taipumus jatkaa liikettään, mikä muuten johtaisi kasvaneeseen säröilytaipumukseen.

- 30 Parempi palovahinkojen vastustuskyky, sillä hienot synteettiset kuidut sulavat korkeissa lämpötiloissa muodostaen siten betonissa kehittyneelle tulistetulle höyrylle suuren määrän kapillaareja, joiden kautta se voi poistua.

- 35 Parempi vastustuskyky syövyttävien kemikaalien aiheuttamalle hajoamiselle johtuen tällaisten kemikaalien pienentyneestä tunkeutumisesta betoniin.

Yhtenäisempi ja homogeenisempi betoni parantamalla sekoittimen tehoa ja estämällä hiukkaskoon mukainen kasautuminen ja myöhempi kerrostuminen.

Tämän keksinnön kuitukimppujen aikaansaama koossapysyvyys toimii parantaen betonin pinnanlaatua. Pinnan kuvioiminen liukumattoman ulkopinnan muodostamiseksi paranee eikä saavutettu vaikutus huonone myöhemmän laskeutumisen vuoksi johtuen kuitujen aikaansaamasta tiksotrooppisesta ominaisuudesta.

5

Kuidut eivät huononna pinnanlaatua ja ovat itsessään paljaalle silmälle oleellisesti näkymättömiä betonissa. Tiksotrooppinen vaikutus saattaa myös olla mielenkiintoinen tehdessään mahdolliseksi uusien ja mielenkiintoisempien esteettisten viimeistelyjen ja vaikutusten saavuttamisen mukaan lukien koristeelliset paikan päällä tapahtuvat ja esivalusovellutukset.

10

On yhä yleisempää käyttää suurempia sementtipitoisuuksia betonissa ja muissa sementtipohjaisissa materiaaleissa niiden kestävyuden parantamiseksi. Tämä johtaa kuitenkin suurempaan sisäsyntyiseen säröilytaipumukseen ja, koska nämä materiaalit ovat suhteellisen hauraita, suurempaan särön etenemiseen. Kuten edellä mainittiin, tämän keksinnön kuidut kyetään tehokkaasti dispergoimaan kaiken tyyppiin betoneihin ja laasteihin. Johtuen kuitujen kyvystä estää säröilyä ne tekevät mahdolliseksi betonin ja muiden sementtipohjaisten materiaalien parantamisen sekä suoraan että epäsuorasti kestävyysvaatimusten suhteen.

20

Potsolaanimateriaalien käyttö on myös kasvamassa ja koska nämä materiaalit, kuten mikropiidioksidi ovat erittäin hienojakoisia, ne voivat pienentää hikoilu- ja veden migroitumisnopeutta ja johtaa kasvaneeseen plastiseen säröilyyn.

25

Kun käytetään vähemmän hienojakoisia potsolaanimateriaaleja, kuten pulveroitua polttoainetuhkaa, lujuuden kasvunopeus pienenee ja ajanjakso, jonka ajan betoni tai muu sementtipohjainen materiaali on heikkoa ja altis plastiselle tai varhaiselle kuitumasäröilylle, pitenee. Jauhetun rakeistetun masuunikuonasegmentin käytöllä on vastaava vaikutus varhaisen lujuuden kehittymiseen. Samoin kun polymeeriemulsioita lisätään betoniin tai sementtipohjaisiin materiaaleihin, alttiuden varhaisiin kuivumissäröihin tiedetään kasvavan.

30

Kaikissa näissä tapauksissa keksinnön mukaisten kuitukimppujen pienten määrien lisäys on tehokas pienentämään materiaalin säröilytaipumusta ja tekee näin ollen mahdolliseksi saavuttaa näiden materiaalien potentiaalinen suuremmassa määrin.

35

Suuren alumiinioksidipitoisuuden sementit kärsivät erittäin eksotermisistä lämpötilan nousuista, jotka johtavat myös säröilyongelmiin ja rajoittavat näiden materiaa-

lien tehokkuutta. Keksinnön mukaiset kuitukimput ovat tehokkaita ehkäisemään tällaisia säröjä ja parantamaan näiden sementtien suorituskykyä.

5 Sementit, jotka voidaan suunnitella aikaansaamaan pitkäaikainen hallittu laajene-
minen pitkäaikaisen kuivumiskutistuman kompensoimiseksi, kuten kalsiumsulfo-
aluminaatit kärsivät kaikesta huolimatta plastisesta ja varhaisesta kuivumiskutistu-
masta. Tämän keksinnön kuidut ovat tämän vuoksi myös mielenkiintoisia sallies-
saan näiden sementtien säilyttää yhtenäisyytensä riittävän pitkän ajan, jotta olisi
mahdollista saavuttaa näiden sementtien pitkäaikaiset kutistumaa kompensoivat
10 edut.

Kuitukimput lisätään betoniin tai muuhun sementtipohjaiseen materiaaliin. Ne voi-
vat koostua olennaisesti polyolefiinista, polyesteristä, polyamidista tai edellä mai-
nittujen seoksesta. Tyypillisesti kuidut koostuvat polyolefiinista, kuten polypropee-
15 nista tai polyeteenistä. Polypropeeni on hyvin tunnettu synteettisten kuitujen mate-
riaali ja sitä on käytetty sellaisena monia vuosia johtuen sen happojen ja emästen
vastustuskyvystä, sen edullisista lujuusominaisuuksista, sen alhaisesta tiheydestä ja
halvasta hinnasta.

20 Vaikka kuitukimppujen filamenttien lukumäärässä tulee aina olemaan tiettyä vaih-
telua, ne sisältävät tyypillisesti n. 50-5000 filamenttia kimppua kohti, kuten 100-
2000 filamenttia kimppua kohti, erityisesti n. 500-1500 filamenttia kimppua kohti,
kuten n. 1000 filamenttia kimppua kohti.

25 Vastakohtana hienojakoisille kuiduille, joita käytetään esim. mattolankojen
valmistuksessa, tämän keksinnön kuidut ovat edullisesti oleellisesti kihartamatto-
mia niiden dispergoinnin helpottamiseksi betoniin tai muuhun sementtipohjaiseen
materiaaliin.

30 Yksittäisten filamenttien pituus on tyypillisesti noin 3-30 mm, esim. n. 5-25 mm,
erityisesti n. 6-18 mm ja keskipoikkidimensio n. 3-30 μm , kuten noin 5-25 μm ,
erityisesti n. 10-20 μm .

35 Yksittäisten filamenttien sivusuhte, ts. pituuden ja halkaisijan välinen suhde on
tyypillisesti n. 200-800, erityisesti n. 400-700, kuten n. 600. Vaikka sivusuhteen
vähintään n. 100 katsotaan olevan pienin toivottava tehokkuuden saavuttamiseksi
kuitujen käytöstä betonissa tai sementtipohjaisissa materiaaleissa, aikaisemmin on
osoittautunut vaikeaksi saavuttaa hyvää dispergointia edes kuiduilla, joilla on pie-

nemmät sivusuhteet. Sitä paitsi sellaisten kuitujen dispergointi, joiden sivusuhteet ovat vain 100, on usein vaatinut erikoissekoituslaitteita ja erikoislisäaineiden käyttöä seoksessa dispergoinnin helpottamiseksi. Tämän keksinnön mukaisilla yksittäisillä filamenteilla on näin ollen suuri sivusuhte verrattuna kuituihin, joita yleensä käytetään betonissa ja ne ovat edullisia sellaisenaan. Kaikesta huolimatta näitä kuituja voidaan kuitukimppujen muodossa dispergoida betoniin silloinkin, kun yksittäisten filamenttien sivusuhte on n. 1000.

Sen seikan, että tämän keksinnön kuituja kyetään dispergoimaan helposti sementtiseokseen käyttäen tavallisia sekoitusaikoja, -menettelyjä ja laitteistoa, arvellaan johtuvan 1) kuitukimppujen muodostamien yksiköiden dispergoituvuudesta sementtiseokseen, johon on lisätty vettä ja 2) kimppujen herkästä erottumisesta "alakimpuiksi" ja yksittäisiksi filamenteiksi sekoitettaessa tai hämmennettäessä. Yksittäisillä filamenteilla on pintajännitys, joka sallii niiden oleellisesti homogeenisen dispergoinnin betoniin, laastiin tai sementtiin tavanomaisella sekoituksella tavanomaisessa betonin sekoituslaitteistossa. Filamenttien pinta on näin ollen oleellisesti hydrofiilinen, joten filamentit on helppo dispergoida veteen tai vettä sisältäviin seoksiin, esim. betoni-, laasti- tai sementtiseokseen, johon on lisätty vettä. Sopiva filamenttien pintajännitys on n. 65-80 dyn/cm², kuten noin 70-75 dyn/cm², erityisesti n. 72-74 dyn/cm².

Haluttu pintajännitys saavutetaan tyypillisesti käsittelemällä filamenttien kimppuja kostutusaineella. Lisäpintakäsittelynä kuitukimput voidaan valinnaisesti saattaa sähkökäsittelyyn, joka tunnetaan koronakäsittelynä. Näitä menetettyjä selostetaan yksityiskohtaisemmin seuraavassa.

Edellä kuvatut kuidut valmistetaan tyypillisesti seuraavasti:

Ensimmäinen vaihe kuitukimppujen valmistuksessa on kuidun raaka-aineiden sulatus. Tämä tapahtuu usein suulakepuristimessa, vaikka suulakepuristinta ei tarvitse välttämättä käyttää. Kuitujen aineosien sulatukseen käytetty lämpötila riippuu ilmeisesti annetussa kuidussa käytetyistä materiaaleista.

Kehruulaitteen tyyppi, jota käytetään sulan massan kehrussa filamenttien kehrätyksi kimpuksi, ei ole kriittinen, koska sekä "lyhytkehruuta" että "pitkäkehruuta" voidaan käyttää. Lyhytkehruu on yksivaiheinen prosessi, jossa kuitukimput sekä kehrätään että venytetään yhdessä operaatiossa, kun taas pitkäkehruu tai tavanomainen sulakehruu, kuten se myös tunnetaan, on kaksivaiheprosessi, jossa en-

simmäinen vaihe on sulan massan suulakepuristus ja varsinainen kuitukimppujen kehruu, kun taas toinen vaihe on kehrättyjen kuitujen venytys.

5 Kehrätyt kuidut jäähdytetään, kun ne vedetään ulos kehrusuuttimesta ja jäähdytys saavutetaan tyypillisesti ilmavirralla, jota puhalletaan kuitujen ohi.

Filamenttien kimput, jotka tässä vaiheessa sisältävät tyypillisesti useita tuhansia kuituja, venytetään tämän jälkeen. Venytys toteutetaan tyypillisesti käyttäen sarjaa kuumia teloja ja kuumailmauunia tai nesteväliainetta, kuten kuumaa vettä tai öljyä
10 venyttäen tyypillisesti samanaikaisesti lukuisia kimppuja. Filamenttien kimput kulkevat ensin yhden telasarjan läpi, mitä seuraa kulku kuumailmauunin tai kuuman nesteen läpi, ja sen jälkeen ne kulkevat toisen telasarjan läpi. Kuumien telojen lämpötila on tyypillisesti n. 70-130 °C ja kuumailmauunin tai kuuman nesteen lämpötila on tyypillisesti n. 80-140 °C. Toisen telasarjan nopeus on suurempi kuin ensimmäisen sarjan nopeus ja filamenttien lämmitetyt kimput venyvät tämän vuoksi näiden kahden nopeuden välisen suhteen mukaisesti (kutsutaan venytyssuhteeksi tai vetosuhteeksi). Toista uunia tai nestettä ja kolmatta telasarjaa voidaan myös käyttää (kaksivaiheinen venytys), jolloin kolmannen telasarjan nopeus on suurempi kuin toisen sarjan. Tässä tapauksessa vetosuhte on viimeisen ja ensimmäisen telasarjan nopeuksien välinen suhde. Niin ikään lisätelasarjoja ja uuneja tai nesteitä voidaan
20 käyttää.

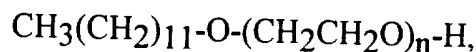
Tämän keksinnön kuituja venytetään tyypillisesti käyttäen venytyssuhdetta n. 1,5:1-8:1, normaalisti n. 2:1-6:1, edullisesti n. 2,5:1-4:1 ja erityisesti n. 2,5:1-3,5:1,
25 mikä johtaa asianmukaiseen halkaisijaan tai keskipoikkidimensioon, kuten edellä esitettiin.

Filamenttien kimput kuivataan ja kiinnitetään sitten. Venytysprosessi voi aiheuttaa jännitysten kehittymistä kuituihin. Nämä voidaan laukaista saattamalla filamenttien
30 venytetyt kimput lämmitykseen, joka toimii myös kuivaten kuidut. Tämä suoritetaan sopivasti johtamalla filamenttien kimput uunin läpi, jossa kuitujen annetaan kutistua.

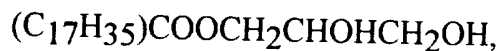
Kuten edellä mainittiin filamenttien kimppuja käsitellään sitten koostusaineella filamenttien varustamiseksi halutulla pintajännityksellä, ts. pintajännityksellä, joka
35 on n. 65-80 dyn/cm², kuten n. 70-75 dyn/cm² ja erityisesti n. 72-74 dyn/cm². Tämä toteutetaan tyypillisesti johtamalla kimput ns. voiteluaineen sivelytelojen sarjan läpi, johon syötetään kostutusainetta. Sen lisäksi, että kostutusaine saa ai-

kaan yksittäisten filamenttien helpon dispergoinnin sementtiseokseen, se toimii myös pitäen kimpun filamentit yhdessä kevyen käsittelyn ajan ennen kuitukimppujen lisäämistä seokseen. Kostutusaine valitaan tyypillisesti sellaisista kostutusaineista, joita normaalisti käytetään levitykseen synteettisille kuiduille, jotka on
 5 määrä tehdä hydrofiiliseksi, kuten kostutusaineista, jotka on tarkoitettu levitettäväksi kuiduille, joita käytetään ns. märkälevityskuitukangasprosesseissa. Tällaisia kostutusaineita on kaupallisesti saatavissa ja ne ovat tyypillisesti koostumuksia, jotka sisältävät yhdisteitä, joita käytetään normaalisti emulgaattoreina, pinta-aktiivisina aineina tai pesuaineina ja ne voivat koostua tällaisten yhdisteiden seoksista.
 10 Esimerkkejä tällaisista yhdisteistä ovat glyseridien rasvahappoesterit, rasvahappoamidit, polyglykoliesterit, polyetoksiloidut amidit, ionittomat ja kationiset pinta-aktiiviset aineet.

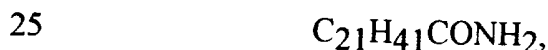
Tyypillisiä esimerkkejä yhdisteistä, joita voidaan käyttää kostutusaineina tai kostutusaineiden aineosina, ovat polyetyleeniglykoli-lauryylieetteri, jolla on kaava:
 15



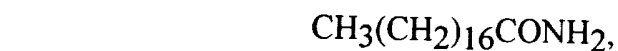
glyserolimonostearaatti, jolla on kaava:
 20



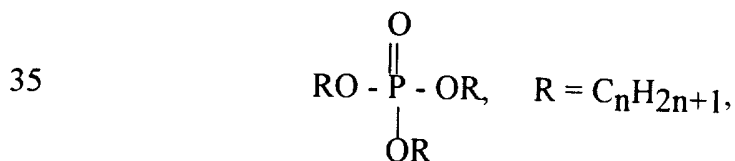
erukahapon amidi, jolla on kaava:



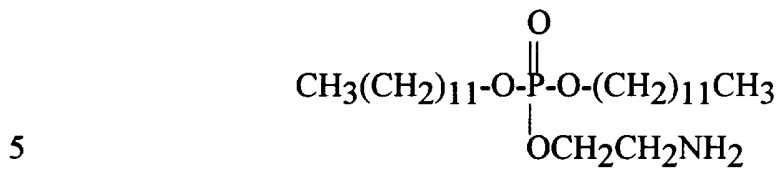
steariinihapon amidi, jolla on kaava:



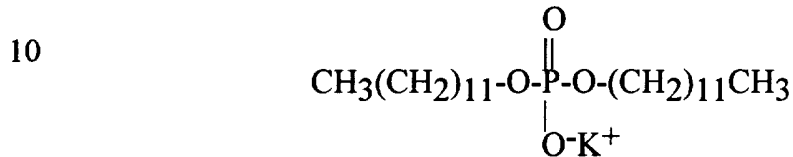
trialkyylifosfaatti, jolla on kaava:



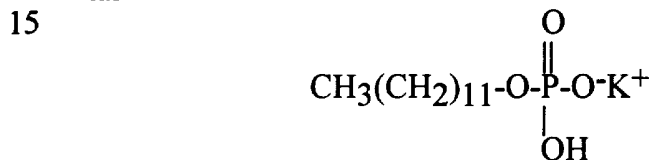
lauryylifosfaattiiniiniesteri, jolla on kaava:



laurylifosfaatin kaliumsuola, jolla on kaava:

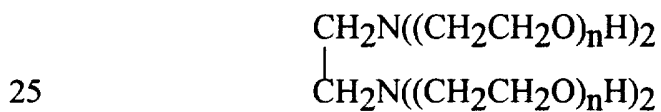


tai



20

ja etyleenidiamiini-polyetyleeniglykoli, jolla on kaava:



Esimerkki edullisesta kostutusaineesta on SW-T, jota on saatavissa yhtiöltä Nissin Kagaku Kenkyosho Ltd., Japani ja joka koostuu pääosin sulfomeripihkahapon bis-(2-etyyliheksyyli)esterin natriumsuolasta (anioninen kostutus/dispergointiyhdiste) ja sisältää myös isopropyylialkoholia, siloksaaneja, silikoneja, piidioksidia ja sorbitaanimonostearaattia.

Sen lisäksi, että kuitujen kimppuja käsitellään kostutusaineella, ne voidaan valinnaisesti saattaa koronakäsittelyyn, joka on sähköinen käsittely, jota käytetään yleisesti synteettisten kuitujen valmistuksessa. Tämä käsittely on voimakas sähköpurkaus erikoiselektrodista kuitukimppuihin. Vaaditaan melko korkeaa jännitettä (n. 25 kV ja 20 kHz), jotta elektronit saisivat riittävän energian läpäistäkseen kuitujen pinnan. Kun elektronit osuvat polymeeriketjuihin suurella nopeudella, monet näistä ketjuista murtuvat aikaansaaden täten mahdollisuuden muodostaa karboksyyli ryhmiä ilmassa olevan otsonin (O₃) avulla. Karboksyyli ryhmien muodostuminen tekee kuitujen pinnan polaariseksi ja siten helpommin dispergoitaviksi vesipitoisiin seoksiin. Valinnainen koronakäsittely suoritetaan normaalisti ennen kostutusaineen levittämistä.

Sen jälkeen, kun filamenttien kimppuja on käsitelty kostutusaineella, ne jakautuvat itsestään pienemmiksi kimpuiksi, joista kukin sisältää vähemmän filamentteja kuin alkuperäiset kimput. Näin ollen filamenttien kimput sisältävät tällöin n. 50-5000 filamenttia kimppua kohti, kuten n. 100-2000 filamenttia kimppua kohti, erityisesti n. 500-1500 filamenttia kimppua kohti. On pidettävä mielessä, että filamenttien lukumäärässä kimppua kohti on aina tiettyä luonnollista vaihtelua.

Filamenttien kimput johdetaan sitten leikkuriin, jossa kuidut leikataan haluttuun pituuteen. Leikkaus suoritetaan tyypillisesti johtamalla kimput pyörän yli, joka sisältää säteittäisesti sijoitettuja teriä. Kuidut puristetaan teriä vasten telojen aikaansaamalla paineella ja leikataan näin ollen haluttuun pituuteen, joka on yhtä suuri kuin terien välinen etäisyys. Kuten edellä selostettiin, filamenttien kimput leikataan siten, että kuitujen pituus on n. 1-30 mm, tyypillisesti n. 3-30 mm, esim. n. 5-25 mm ja erityisesti n. 6-18 mm, mikä antaa niille edellä selostetun sivusuhteen.

Edellä esitetyllä menetelmällä valmistetut filamenttien kimput on, kuten edellä selostettiin, suunniteltu käytettäväksi betonissa, laastissa tai sementissä ja yksittäiset kimppujen filamentit kyetään tehokkaasti dispergoimaan kaiken tyyppisiin betoneihin, laasteihin tai sementteihin käyttäen kaikentyyppisiä olemassa olevia tavanomaisia sekoittimia.

Tässä yhteydessä termin "sementti" tarkoitetaan merkitsevän kaikkia Portland-sementtityypin sementtejä, kuten Portland-sementtiä, vähäalkalisia sementtejä, sulfaattikestoisia sementtejä, Portland-kuonasementtiä ja Portland-potsolaanisementtiä ja tulenkestoisia tai aluminaattityyppisiä sementtejä, kuten erittäin alumiinioksidipitoista sementtiä ja kalsiumsulfoaluminaattisementtejä, masuunisementtejä, potsolaanisementtejä, kipsiä mukaan luettuna hemi- ja anhydriittiversiot, magnesiumoksidikloriaattia ja magnesiumkloridia ja muita vastaavia ei-orgaanisia sementtisysteemejä, sekä hydraulisia että ei-hydraulisia tai edellä mainittujen yhdistelmiä valinnaisesti lisäaineiden tai polymeerilisäysten kanssa. "Kalkkilaasti" viittaa sementin ja veden seokseen.

Termi "laasti" viittaa tässä yhteydessä käytettynä seokseen, joka sisältää sementtiä ja hiukkasia, kuten hiekkaa ja hienojakoista kivimurskaa tai kiveä mukaan luettuna erityiset kevyet täytemateriaalit, hiukkasten kyetessä läpäisemään seulan tai verkon, jonka aukko on 2,4 mm. Termi "betoni" viittaa seuraavassa käytettynä laastiin tai sementtiin, joka sisältää suurempia täyteaineita. Termi "sementtipitoiset mate-

riaalit" viittaa edellä mainittujen sementtimateriaalien pitoisuuteen betonissa, laastissa tai sementissä.

5 Tähän tekniikkaan perehtyneelle henkilölle on selvää, että sanonta "oleellisen homogeenisesti jakautunut siihen" viittaa siihen, että tämän keksinnön kuidut ovat oleellisen homogeenisesti jakaantuneet materiaalin laastifaasiin, sillä tällaiset kuidut eivät selvästi voi jakaantua betonissa oleviin suurempiin kiviaineksiin.

10 Betonin tai muiden sementtipohjaisten materiaalien voidaan katsoa olevan in situ tai esivalettuja materiaaleja, joista in situ -materiaalit valetaan paikan päällä. In situ-betoni on yleensä valmiiksi sekoitettua tyyppiä, vaikka se voidaan sekoittaa myös paikan päällä.

15 Keksinnön mukaisia kuitukimppuja sisältävän laastin tai betonin sementtipitoisuus on yleensä välillä n. 200-1200 kg/m³. Tavanomaisessa in situ -betonissa, johon tämän keksinnön kuituja usein lisätään, sementtipitoisuus on tyypillisesti n. 200-600 kg/m³, erityisesti n. 250-450 kg/m³, kun taas esivaletussa betonissa, jossa käytetään tämän keksinnön kuituja, sementtipitoisuus on tyypillisesti n. 300-500 kg/m³.
20 Laastin sementtipitoisuus on tyypillisesti n. 400-1200 kg/m³, erityisesti n. 600-1000 kg/m³. Erityisillä suuren lujuuden betoneilla tai laasteilla voi olla sementtipitoisuus n. 500-1200 kg/m³, tyypillisesti n. 500-1000 kg/m³.

25 Keksinnön mukaisesti valmistetun sementtipohjaisen materiaalin veden ja sementin välinen suhde on tyypillisesti välillä n. 0,25-0,8 painosta laskettuna. In situ -betonilla veden ja sementin välinen suhde on tyypillisesti n. 0,4-0,6, kun taas veden ja sementin välinen suhde esivaletussa betonissa on tyypillisesti n. 0,25-0,35, kun se tiivistetään paineella, ja n. 0,4-0,6, kun se märkävaletaan ja tärytiivistetään. Kuitenkin kuitukimppujen lisääminen sementtipohjaisiin materiaaleihin, joiden veden ja sementin välinen suhde on alle 0,25, esim. ultrahienoa mikropiidioksidia sisältäviin
30 tiiviisiin materiaaleihin on myös mielenkiintoista.

Näin valmistettu betoni sisältää tyypillisesti laastifaasia vähintään n. 0,2 painoosaa. Laastifaasin määrä tavanomaisessa betonissa on yleensä rajoitettu korkeintaan 0,6 paino-osaan johtuen siitä, että betonin taipumus säröillä kasvaa laastimäärien kasvaessa. Kuitenkin koska kuitukimppujen lisääminen betoniin johtaa pienen-

35

tyneeseen säröilytaipumukseen, on mahdollista valmistaa betoneja, joissa on suurempi laastifaasi kuin normaalisti käytetty ilman vaaraa liiallisesta säröilystä. Näin ollen betoni voi sisältää suhteellisen suuren laastifaasin, kuten jopa n. 0,8 paino-osaa tai suuremman.

5

Keksinnön mukaisten kuitukimppujen kuituja on tyypillisesti läsnä materiaalissa n. 0,05-0,5 %:n määrä, erityisesti n. 0,1-0,3 %, kuten 0,15-0,25 paino-% sementtipitoisista materiaaleista.

- 10 Tyypillisesti in situ -betonilla, jonka sementtipitoisuus on n. 250-400 kg/m³, kuitujen pitoisuus on näin ollen alle n. 4 kg/m³, tyypillisesti n. 0,1-2,0 kg/m³, kuten n. 0,3-1,0 kg/m³, erityisesti n. 0,4-0,8 kg/m³, esim. n. 0,5-0,7 kg/m³.

- 15 Keksinnön mukaisesti valmistettu betoni tai laasti voi sisältää lisäaineita, jotka pienentävät vesivaatimusta, parantavat työstettävyyttä, muuttavat reologiaa, pienentävät läpäisevyyttä, vievät mukanaan ilmaa tai hidastavat tai kiihdyttävät sementin reaktiota veden kanssa. Se voi myös sisältää erityyppisiä orgaanisia polymeereja, jotka lisätään kiinteinä aineina tai vesipohjaisina emulsioina, mukaan luettuna polymeerikyllästeinen betoni tai polymeerisementtibetoni. Lisäksi se voi sisältää lujitetta, joka sisältyy siihen joko sauvoina tai verkkoina mukaan luettuna ferrosementti ja metallirappaus, tai lisäkuituina, jotka ovat esim. metallia, lasia tai synteettistä materiaalia.

- 25 Kuten edellä selostettiin, on havaittu, että kuitukimppujen jopa hyvin pienten määrien lisääminen saa aikaan kyseessä olevan sementtipohjaisen materiaalin, jolla on erilaisia etuja. Se että nämä edut voidaan saada näin pienillä kuitumäärillä, voidaan selittää kuitujen hienoudella yhdessä sen seikan kanssa, että ne kyetään dispergoimaan oleellisen homogeenisesti materiaaliin. Tämän keksinnön kuitukimput, joissa on esim. 300 x 10⁶ yksittäistä 12 mm pitkää filamenttia/kg, saavat aikaan n. 2000
- 30 km kuitua/m³, kun niitä lisätään sementtipohjaiseen materiaaliin esim. 0,6 kg:n määrä kuitukimppuina/m³. Tässä valossa nähtynä on selvää, että jopa pienet määrät kuituja voivat aikaansaada merkittäviä etuja, kun niitä lisätään sementtipohjaiseen materiaaliin.

- 35 Sementtipohjainen materiaali valmistetaan keksinnön mukaisesti lisäämällä betoni-, laasti- tai sementtiseokseen, johon vettä on lisätty, alle 1 paino-% laskettuna sementtipitoisista materiaaleista tämän keksinnön mukaisia kuitukimppuja, sekoittamalla saatua seosta vähintään noin 20 sekunnin ajan betoni-, laasti- tai sementti-

seoksen saamiseksi, johon yksittäiset filamentit ovat jakaantuneet oleellisen homogeenisesti ja valamalla betoni-, laasti- tai sementtiseos haluttuun konfiguraatioon lisäämällä valinnaisesti valun aikana lisäaineosia, kuten lujitetta. Kuitukimppuja lisätään tyypillisesti n. 0,05-0,5 %:n määrä, erityisesti n. 0,1-0,3 %, kuten n. 0,15-0,25 paino-% sementtipitoisista materiaaleista.

Koska kuitukimppujen yksittäiset filamentit on helppo dispergoida kaiken tyyppiin betoni- ja sementtipohjaisiin materiaaleihin, sekoitusjakson pituuden sanelee tarve tuottaa hyvää betonia eikä tarve dispergoida kuituja. Tämän keksinnön mukaisia kuitukimppuja voidaan käyttää kaikissa sekoitusmuodoissa mukaan luettuna pyörivät rumpu- ja melasekoittimet ja erityisesti valmiiksi sekoitetun betonin kuorma-autosekoittimet, eivätkä ne vaadi mitään erikoissekoitusjärjestelyjä tai -laitteistoja. Tapauksissa, joissa esivalettua betoni-, laasti- tai sementtiseosta, johon kuitukimppuja on lisätty, sekoitetaan melasekoittimessa (tunnetaan myös pakko-

15 toimisena sekoittimena), sekoitusta suoritetaan vähintään n. 20 sekunnin ajan, tyypillisesti vähintään n. 30 sekuntia betoni-, laasti- tai sementtiseoksen saamiseksi, johon yksittäiset filamentit ovat jakautuneet oleellisen homogeenisesti. Tapauksissa, joissa in situ -betoni-, laasti- tai sementtiseosta, johon kuitukimppuja on

20 lisätty, sekoitetaan rumpusekoittimessa (tunnetaan myös tynnyrisekoittimena), sekoitusta suoritetaan tyypillisesti vähintään noin 2 minuutin ajan betoni-, laasti- tai sementtiseoksen saamiseksi, johon yksittäiset filamentit ovat jakautuneet oleellisen homogeenisesti.

Tämän keksinnön kuitukimput lisätään usein betoniseokseen kuorma-autosekoittimessa, joka sekoitin on laite, joka koostuu spiraalista kallistetun rummun sisällä. Kun rumpu pyörii, sekoitettava materiaali yksinkertaisesti putoaa spiraalin pohjalle ja tämä saa aikaan sekoitusvaikutuksen. Kuitukimput voidaan myös lisätä jo sekoitettuun betoniin ja hyvä dispergoituminen voidaan saavuttaa valmisseosrummulla, joka pyörii esim. 15 kierrosta minuutissa esim. 3 minuutin ajan.

Kuorma-autosekoitin voi olla suunniteltu sekoittamiseen tai ainoastaan hämmentämiseen. Joissakin systeemeissä betoni sekoitetaan ja asetetaan kuorma-autosekoittimen rumpuun, joten kuorma-autoa käytetään pelkästään jo sekoitetun betonin hämmentämiseen, kun taas muissa systeemeissä betonin materiaalit asetetaan kuorma-autosekoittimen rumpuun ja kuorma-autosekoitin todella sekoittaa materiaalit.

35 On mahdollista sekoittaa kuitukimput sementti- tai betoniseoksen kuiviin aineosiin, esim. esisekoitettuihin, kuivasekoitettuihin materiaaleihin, jotka vaativat vain veden lisäystä, mutta tällä hetkellä tätä ei pidetä edullisena, eikä tarpeellisenä, koska ar-

vellaan olevan vähintään yhtä edullista lisätä kuitukimput märkäseokseen tai seokseen, johon vesi on jo lisätty johtuen kuitujen oleellisesti hydrofiilisistä pintaominaisuuksista.

- 5 Sekoitettu betoni, laasti tai sementti, joka sisältää tämän keksinnön kuituja oleellisen homogeenisesti dispergoituna siihen, voidaan valaa tavanomaiseen tapaan haluttuun konfiguraatioon. Materiaali voidaan näin ollen tiivistää ja muotoilla joko yksinkertaisella sekoittimella tai painovoiman avulla tai tasoituslastalla, rapaamalla, sullomalla, täyttämällä, puristamalla, vesi-imulla, alipaineella, pursottamalla, pumppaamalla, ruiskuttamalla, kuivasoluttamalla, kehräämällä, jyräämällä tai näiden prosessien yhdistelmällä. Lisäkappaleita, kuten lujitetta voidaan haluttaessa tai tarvittaessa lisätä materiaaliin valun aikana.

- 15 Tämän keksinnön mukaisesti valmistettujen materiaalien katsotaan olevan erityisen tärkeitä kaiken tyyppisissä paikan päällä valettavissa massabetoneissa, kuten katukäytäviin, perustuksiin, teihin, lattioihin, sillankansiin, betonirakennuksiin, rakenebetoniin, tukimuureihin, vettä pidättäviin rakenteisiin ja merisuojavalli- ja sotilastarkoituksiin käytetyissä betoneissa, samoin kuin esivaletussa betonissa, kuten levyjen, lattioiden, palkistojen ja palkkien verhoukseen, koriste- ja arkkitehtonisiin
- 20 tuotteisiin, ennalta valmistettuihin rakenteisiin, putkiin, tunneliverhouksiin jne käytetyissä betoneissa.

Tätä keksintöä kuvataan tarkemmin seuraavilla ei-rajoittavilla esimerkeillä.

25 **Esimerkki 1**
Kuitukimppujen valmistus

Kuitukimppujen valmistus käsitti seuraavat vaiheet:

- 30 - kuituraaka-aineen sulatus sulan massan saamiseksi,
- sulan massan kehräys filamenttien kehrätyksi kimpuksi,
- filamenttien kimpun venytys,
- filamenttien kimpun kuivaus ja kiinnitys,
- filamenttien kimpun käsittely kostutusaineella ja
- 35 - filamenttien kimppujen leikkaus.

Kuidut koostuivat homopolymeeria olevasta isotaktisesta polypropeenista (Petrofi-
na 10060, valmistaja Petrofina, Belgia), jonka sulamispiste oli n. 160 °C ja sulain-

deksi 35. Polypropeeni sulatettiin ja kehrättiin sen jälkeen n. 280 °C:n lämpötilassa käyttäen kehruusutinta, jossa oli 22 880 rikkiä ja 22,5 m/min vetonopeudella. Filamenttien kehrätty kimppu johdettiin sitten kuumavesikylvyn läpi, jonka lämpötila oli 100 °C ja venytettiin sen jälkeen 60,7 m/min nopeudella, jolloin venytys-
5 suhteeksi tuli 2,7. Filamenttien kimpun kuivaus ja kiinnitys toteutettiin johtamalla kimppu uunin läpi, jonka lämpötila oli 150 °C, 54,2 m/min nopeudella, mikä salli kuitujen kutistua n. 12 % ja kuitujen venytyksestä aiheutuneiden jännitysten laueta. Kuiduille annettiin haluttu pintajännitys käsittelemällä kimppu kostutusaineella (SW-T, Nissin Kagaku Kenkyosho Ltd, Japani, kuten edellä) johtamalla sivelytelo-
10 jen parin läpi. Lopuksi kuitujen kimput leikattiin 12 mm:n pituuteen.

Valmiilla kuiduilla, jotka sisälsivät karkeasti 1000 yksittäistä filamenttia kimppua kohti, oli kosteuspitoisuus alle 17 % ja ne sisälsivät noin 0,5 % kostutusainetta. Yksittäisten filamenttien hienous oli 2,8 dtex, joka vastaa n. 20 µm:n halkaisijaa,
15 jolloin kuitujen sivusuhteeksi tulee noin 600.

Esimerkki 2

Betonipalkkien valmistus

20 Betonipalkkeja valmistettiin tehtaalla esisekoitetusta betoniseoksesta, joka koostui nopeasti kovettuvasta Portland-sementistä, standardikarheasta betonihiekasta ja sora-aineksesta, joka läpäisi 20 mm:n seulan, suhteessa 2:3:6, seoksen sementtisisäl-
lön ollessa 400 kg sementtiä/m³. Betoniseos sekoitettiin veteen, jonka lämpötila oli 20 °C, samoin kuin esimerkin 1 kuitukimppujen kanssa. Veden ja sementin välinen
25 suhde oli 0,6 ja kuitukimppuja lisättiin 0,2 painoprosentin määrä sementtipitoisista materiaaleista. Betoni sekoitettiin pyörivässä rumpusekoittimessa, jonka vetoisuus oli n. 100 l, käyttäen n. 25 rpm:n nopeutta ja 4 minuutin kokonaissekoitusaikaa ja
lisäten kuitukimput ensimmäisen 2 minuutin sekoituksen jälkeen. Yksittäiset fila-
mentit olivat oleellisen homogeenisesti jakautuneet seokseen sekoitusjakson lo-
30 pussa. Valmistettiin betonipalkkeja, joiden neliömäisen poikkileikkauksen sivun pituus oli 150 mm ja palkin pituus 550 mm, soluttamalla seosta moniosastoiseen muottiin ja tiivistämällä käsin.

Vertailutarkoituksiin valmistettiin palkkeja kuten edellä, mutta lisäämättä kuituja.
35 Palkkeja kuitujen kanssa ja ilman valettiin vuorotellen moniosastoiseen muottiin.

Esimerkki 3**Taivutuskokeet**

5 Suoritettiin laboratoriokokeita esimerkissä 2 valmistetuilla betonipalkeilla, jotka sisälsivät joko 0,2 p-% kuituja sementtipitoisista materiaaleista tai ei lainkaan kuituja. Palkit saatettiin varhaiseen kuivaukseen ja saatettiin sen jälkeen standardi 4-pisteiseen joustotaivutuskokeeseen, jossa ulompien telojen etäisyys oli 450 mm ja sisempien telojen etäisyys 150 mm.

10 Näiden kokeiden tulokset on koottu seuraavaan:

	<u>Kuidut</u>	<u>Murtomoduli</u>
	ilman kuituja	2,83 MPa
	ilman kuituja	2,31 MPa
15	0,2 % kuituja	3,17 MPa
	0,2 % kuituja	3,22 MPa

20 Havaitaan, että murtomoduli on huomattavasti korkeampi palkeilla, jotka sisältävät esimerkin 1 kuituja. Murtomoduli oli myös yhdenmukaisempi kuituja sisältävillä palkeilla.

Esimerkki 4**Jaksolliset kuormituskokeet**

25 Valmistettiin betonipalkkeja kuten esimerkissä 2 ja saatettiin ne 4-pisteiseen joustotaivutuskokeeseen, kuten esimerkissä 3 seuraavin poikkeuksin: 1) palkkeja ei saatettu varhaiseen kuivaukseen ja 2) kuormitus pidettiin muotomodulin alapuolella ja se kytkettiin päälle jatkuvasti taajuudella 2000 jaksoa/h. Kuormitusta lisättiin 4000 jakson jälkeen kokeen kestoajan lyhentämiseksi. Tulokset on koottu seuraavaan:

30

Kuitu	Maksimi murtomoduli	Jaksojen lukumäärä kuormituksella				
		15 kN	16 kN	17 kN	18 kN	19 kN
ei	2,13 MPa	1540	425			
35 ei	2,27 MPa		4160	17		
kyllä	2,40 MPa		4000	4000	925	
kyllä	2,53 MPa		4000	4000	4000	1875

Kokeet osoittivat selvästi havaittavaa parannusta sekä kuormitustasoissa että väsymiskestossa kuituja sisältävillä palkeilla. Sekä kasvaneiden kuormitustasojen että murtumista edeltäneiden jaksojen lukumäärien yhdistelmä kuitua sisältävällä betonilla osoittaa huomattavasti parantunutta väsymisenkestoa.

5

Esimerkki 5

In situ -betonin valmistus, joka sisältää tämän keksinnön kuitukimppuja

Esimerkin 1 kuitukimppuja on lisätty 0,2 paino-%:n määrä sementtipitoisista materiaaleista eri tyyppisiin betoneihin mukaanluettuna in situ -betoni, käyttäen tavanomaista modifioimatonta sekoituslaitteistoa ja tarvitsematta muita lisäaineita seuraavasti:

10

a) 30 MPa:n betoni, jossa on sementtiä 300 kg/m^3 ja 20 mm:n kiviainesta, veden ja sementin välisellä suhteella 0,56 ja 50 mm:n kartiotunkeutumalla.

15

b) 30 MPa:n betoni kuten edellä kohdassa a), mutta jossa on 320 kg/m^3 sementtiä ja veden ja sementin välinen suhde on 0,52 ja joka sisältää ilmaa mukanaan vievää ainetta.

20

c) 30 MPa:n betoni kuten edellä kohdassa a), mutta jossa on 210 kg tavallista Portland-sementtiä ja 105 kg pulveroitua polttoainetuhkaa kuutiometriä kohti.

d) 30 MPa:n betoni, jossa on 350 kg/m^3 sementtiä ja karkeasti yhtä suuret määrät 10 mm:n kiviainesta ja hiekkaa veden ja sementin välisellä suhteella 0,58 ja 100 mm:n kartiotunkeumalla.

25

e) 40 MPa:n betoni, jossa on 400 kg/m^3 sementtiä ja 10 mm:n kiviainesta veden ja sementin välisellä suhteella 0,50 ja 100 mm:n kartiotunkeutumalla.

30

Kaikki edellä mainitut betonit sekoitettiin tavanomaisilla kuorma-autosekoittimilla, joiden valmistaja on Mulder and Stothert & Pitt ja jotka sisältävät 6 m^3 betonia. Kaikissa tapauksissa saavutettiin kuitujen täydellinen dispergoituminen 3 minuutissa rummun pyöriessä nopeudella 15 rpm. Tämä täydellinen dispergoituminen saavutettiin silloinkin, kun kuidut lisättiin jo sekoitettuun betoniin syöttämällä yksinkertaisesti kuidut kuorma-autosekoittimen takaosaan paikan päällä.

35

Esimerkki 6**Esivaletun betonin valmistus**

5 Valmistettiin seuraavat esivaletut betonimateriaalit, jotka sisälsivät tämän keksin-
nön kuitukimppuja, joita lisättiin esimerkin 1 kuitukimppuina 0,2 painoprosentin
määrä sementtipitoisista materiaaleista:

10 a) 40 MPa:n betoni, jossa on 400 kg/m^3 sementtiä ja karkeasti yhtä suuret määrät 5
mm:n soraa ja hiekkaa veden ja sementin välisellä suhteella 0,31.

b) 40 MPa:n betoni, jossa on 350 kg/m^3 sementtiä ja karkeasti yhtä suuret määrät
10 mm:n soraa ja hiekkaa veden ja sementin välisellä suhteella 0,30.

15 Kuitujen täydellinen dispergoituminen saavutettiin 1 minuutissa pakkotoimisella
melasekoittimella (Tekla and Liner Cumflow). Betoni tiivistyi hyvin molemmissa
tapauksissa eikä tuotteissa esiintynyt haitallisia pintavaikutuksia.

Esimerkki 7**Betonijalkakäytävä**

20

Valmistettiin 30 MPa:n betoni, joka sisälsi n. 300 mg/m^3 sementtiä ja 20 mm:n ki-
viainesta veden ja sementin välisellä suhteella 0,55 ja joka sisälsi 0,2 paino-%
tämän keksinnön mukaisia kuituja sementtipitoisista materiaaleista. 200 mm paksu-
ja in situ -betonin jalkakäytäväalueita valettiin ulkoapäin 2,5 m leveiksi kansiksi,
25 joiden jatkuvat pituudet olivat 50 m, ilman kutistumansäätöliitoksia. Mitään säröi-
lyä ei ilmennyt 2 kuukauden kuluessa, joten ei ole odotettavissa, että säröilyä ta-
pahtuu.

30 Vastaavia kokeita, jotka antoivat vastaavat tulokset, oli suoritettu 9 kuukautta aikai-
semmin 20 m pitkillä jatkuvilla betonikansilla.

Esimerkki 8**Käytännön kokemus betonilla**

35 a) 200 mm paksu betonijorata, jonka leveys oli noin 5 m ja pituus juuri yli 80 m ja
nousu n. 1/15, valettiin käyttäen 0,7 kg esimerkin 1 kuituja/ m^3 betonia. Betoni oli
lujuudeltaan 30 MPa, ilmaa sisältävää kokonaissementtipitoisuuden ollessa 330
 kg/m^3 ja se sisälsi 25 % masuunikuonaa.

Koko 80 m valettiin yhtenä päivänä jatkuvana laattana, joka muodostettiin kallistuksen yläpäästä sen alapäähän. Mitään kutistumansäätöliitoksia ei muodostettu. Betonin yläpää paksunnettiin niin, että se ankkuroitui tehokkaasti ja ajoradan pää lopetettiin ennen siihen liittyvää betonia alapäässä ja tämä täytettiin myöhemmin.

5

Muutaman viikon kuluttua ilmestyi yksittäinen halkeama tien poikki suunnilleen keskikohtaan ja linjaan siihen liittyvässä betonissa olevan sauman kanssa. Tien oltua käytössä lähes vuoden raskaiden kuorma-autojen, malmiautojen jne jatkuvan virran alaisena mitään vahingoittumista tai lisäsäröilyä ei ole tapahtunut. Keskihalkeama ei ole avautunut eikä mitään eroavaa pystysuoraa liikettä halkeaman kummallakaan puolella ole tapahtunut, halkeaman ollessa itse asiassa nähtävissä vain huolellisella tarkastelulla.

Nämä ja muut sovellutukset osoittavat, että aina noin 50 juoksumetrin jatkuvien kaistojen valmistus ilman kutistumansäätöliitoksia näyttää olevan täysin mahdollista tämän keksinnön mukaisilla kuitukimpuilta ja ilman mitään teräsvahvistusta.

b) Tämän keksinnön kuitukimppuja käytettiin laser-oikaistua betonia olevassa tehdaslattiassa.

20

Betoni levitettiin kahtena valuna, kumpikin samana päivänä, ensimmäisen valun ollessa 2300 m² ja toisen valun 3200 m² ja betonin ollessa standardi 30 MPa:n betonia, jossa oli 330 kg/m³ tavallista Portland-sementtiä. Betoni sisälsi esimerkin 1 kuituja 0,6 kg/m³:n määrän. Pinta hierrettiin koneellisesti ja se käsiteltiin seuraavana päivänä pintakovettajana toimineella natriumsilikaatilla. Betoni levitettiin 150 mm:n paksuiseksi polyeteenihöyröyksen päälle.

Kaksi vuorokautta levityksen jälkeen betonia sahattiin pylväsvälein tai karkeasti joka seitsemännen metrin kohdalta suunnilleen 50 mm:n syvyyteen pitkäaikaisten kutistumansäätöliitosten muodostamiseksi.

Useiden kuukausien kuluttua lukuisat sahatuista säätöliitoksista olivat auenneet, mutta betonin säröilyä ei ollut muuten tapahtunut.

Johtuen betonin valua seuranneesta hyvin kylmästä säästä tehtaassa säteilykaasulämmittimet jätettiin päälle 48 tunniksi, mutta tästä huolimatta mitään kutistumasäröilyä ei esiintynyt.

c) Yli 4 tonnia tämän keksinnön kuituja on käytetty rantavallituksessa, joka suojaa laajoja alueita matalalla olevaa maata Lincolnshiressä Englannissa Pohjanmeren tulvimiselta. On käytetty kahta betonilaatua, 30 MPa:n ja 40 MPa:n betonia, joissa kummassakin oli suuret sementin korvikemäärät alkalipitoisuuden hillitsemiseksi.

5

Vakavaa plastista säröilyä on aina esiintynyt rantavallitusbetonissa johtuen erittäin tuulisista ja säälle alttiista olosuhteista. Havaittiin, että esimerkin 1 kuitujen 0,9 kg:n määrän lisäys johti dramaattisesti vähentyneeseen säröilyn esiintymiseen ja saadut kokonaistulokset ovat osoittautuneet erittäin tyydyttäväksi.

10

d) Suunnilleen 100 000 m² pohjakerroksen autopaikoitusbetonia, joka sisälsi tämän keksinnön kuituja, valettiin ostoskeskusuudisrakennuksella.

Valmistettiin 150 mm paksuja betonilaattoja lisäten pohjalle teräsverkkoa, mutta lisäämättä pintateräsverkkoa, vaan valmistuen sen sijaan betoni käyttäen 0,9 kg esimerkin 1 kuitukimppuja kuutiometriä kohti. Betoni oli 30 MPa:n betonia, jonka paino oli 330 kg/m², jossa oli ilmaa, joka oli kulkeutunut sementin korvikkeena olevan 25 %:n kuonamäärän mukana.

20 Tällaisten suurten betonilaattojen valmistus, joiden koko oli 8 x 16 m, olisi normaalisti erittäin vaikeaa, sillä pohjateräsverkon käyttö pidättää laatan kokonaistumasta ja aikaansaa näin ollen suurempia kutistumajännityksiä betoniin. Kuitenkaan mitään säröilyä ei esiintynyt betonilaatoissa, jotka sisälsivät tämän keksinnön kuituja ja saadut kokonaistulokset ovat olleet erinomaiset.

25

e) Yli 6000 m²:n tehdaslattia, jonka yleispaksuus oli 150 mm, valettiin käyttäen tavanomaista kansivalua, jossa oli sahatut kutistumansäätöliitokset.

30 Betoni oli erikoisvahvaa betonia, joka sisälsi mikropiidioksidia ja jonka sementtipitoisuus oli 350 kg/m² ja se valmistettiin käyttäen standardisuperpehmitintä veden ja sementin välisen suhteen pienentämiseksi alle arvon 0,5. Esimerkin 1 kuituja käytettiin 0,6 kg/m³:n määrää.

35 Havaittiin, että todellisuudessa saavutetut kuutiolujuudet olivat yhdenmukaisesti odotettua suuremmat. Tulokset ovat osoittautuneet erinomaisiksi ja osoittavat, että erikoisvahva betoni, jonka tiedetään yleisesti olevan alttiimpi säröilylle, yhdessä kuitujen säröilyä ehkäisevän vaikutuksen kanssa on erinomainen yhdistelmä.

Patenttivaatimukset

1. Menetelmä sementtipohjaisen materiaalin valmistamiseksi, **tunnettu** siitä, että betoni-, laasti- tai sementtiseokseen, johon on lisätty vettä, lisätään alle 1
5 paino-% sementtimateriaaleista laskettuna synteettisiä kuitukimppuja, jotka sisältävät 10-10 000 filamenttia kimppua kohti, jotka filamentit koostuvat olennaisesti polyolefiinista, kuten polypropeenista tai polyeteenistä, polyesteristä tai edellä mainittujen seoksesta, joiden filamenttien pituus on 1-30 mm, keskimääräinen poikkimitta on 5-30 μm ja sivusuhte on 100-1000, ja että kussakin kimpussa filamentteja pitää koossa kostutusaine, joka antaa yksittäisille filamentteille pintajännityksen, joka mahdollistaa niiden dispergoitumisen oleellisen homogeenisesti betoniin, laastiin tai sementtiin tavanomaisesti sekoittamalla tavanomaisessa betoninsekoituslaitteessa,
10 että saatua seosta sekoitetaan vähintään noin 20 sekunnin ajan betoni-, laasti- tai sementtiseoksen saamiseksi, johon yksittäiset filamentit ovat oleellisen homogeenisesti jakautuneita, ja
15 että betoni-, laasti- tai sementtiseos valetaan haluttuun konfiguraatioon, valinnaisesti lisäämällä valun aikana lisäkappaleita, kuten lujitetta.
- 20 2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että kostutusaine on valittu ryhmästä, johon kuuluvat glyseridien rasvahappoesterit, rasvahappoamidit, polyglykoliesterit, polyetoksiloidut amidit, ionittomat pinta-aktiiviset aineet, kationiset pinta-aktiiviset aineet ja edellä esitettyjen seokset.
- 25 3. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että esivalettua betoni-, laasti- tai sementtiseosta, johon kuitukimput on lisätty, sekoitetaan melasekoittimessa vähintään noin 20 sekunnin ajan, edullisesti vähintään noin 30 sekuntia betoni-, laasti- tai sementtiseoksen saamiseksi, johon yksittäiset filamentit ovat oleellisen homogeenisesti jakautuneita.
30
4. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että betonin, laastin tai sementin in situ -seosta, johon kuitukimput on lisätty, sekoitetaan rum-pusekoittimessa vähintään noin 2 minuutin ajan betoni-, laasti- tai sementtiseoksen saamiseksi, johon yksittäiset filamentit ovat oleellisen homogeenisesti jakautuneita.
35
5. Jonkin tai joidenkin patenttivaatimusten 1-4 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että synteettisiä kuitukimppuja lisätään määrässä 0,05-0,5 % sementtipitoisten materiaalien painosta.

6. Patenttivaatimuksen 5 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että synteettisiä kuitukimppuja lisätään määrässä 0,1-0,3 % sementtipitoisten materiaalien painosta.
7. Patenttivaatimuksen 6 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että synteettisiä kuitukimppuja lisätään määrässä 0,15-0,25 % sementtipitoisten materiaalien painosta.
8. Jonkin tai joidenkin patenttivaatimusten 1-7 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että kuidut ovat oleellisesti kihartamattomia.
9. Jonkin tai joidenkin patenttivaatimusten 1-8 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että yksittäisten filamenttien pituus on 3-30 mm.
10. Patenttivaatimuksen 9 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että yksittäisten filamenttien pituus on 5-25 mm.
11. Patenttivaatimuksen 10 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että yksittäisten filamenttien pituus on 6-18 mm.
12. Jonkin tai joidenkin patenttivaatimusten 1-11 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että yksittäisten filamenttien keskimääräinen poikkimitta on 5-25 μm .
13. Patenttivaatimuksen 12 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että yksittäisten filamenttien keskimääräinen poikkimitta on 10-20 μm .
14. Jonkin tai joidenkin patenttivaatimusten 1-13 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että kuidut koostuvat olennaisesti polypropeenista.
15. Jonkin tai joidenkin patenttivaatimusten 1-14 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että filamenttien sivusuhte on 200-800.
16. Patenttivaatimuksen 15 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että filamenttien sivusuhte on 400-700.
17. Synteettiset kuitukimput käytettäväksi jonkin tai joidenkin patenttivaatimusten 1-16 mukaisessa menetelmässä, jotka kimput sisältävät 10 - 10 000 filamenttia kimpua kohti, **tunnetut** siitä, että filamentit koostuvat olennaisesti polyolefiinista, kuten polypropeenista tai polyeteenistä, polyesteristä tai edellä mainittujen seok-

sesta, että niiden pituus on 1-30 mm, keskimääräinen poikkimitta 5-30 μm ja sivusuhte 100-1000, että kussakin kimpussa filamentteja pitää koossa kostutusaine, ja että kostutusaine antaa yksittäisille filamentteille pintajännityksen, joka mahdollistaa niiden dispergoitumisen oleellisen homogeenisesti betoniin, laastiin tai kalkkilaastiin tavanomaisesti sekoittamalla tavanomaisessa betoninsekoituslaitteessa.

18. Patenttivaatimuksen 17 mukaiset synteettiset kuitukimput, **tunnetut** siitä, että kostutusaine on valittu ryhmästä, johon kuuluvat glyseridien rasvahappoesterit, rasvahappoamidit, polyglykoliesterit, polyetoksiloidut amidit, ionittomat pinta-aktiiviset aineet, kationiset pinta-aktiiviset aineet ja edellä esitettyjen seokset.

19. Patenttivaatimuksen 17 tai 18 mukaiset kuitukimput, **tunnetut** siitä, että kuidut ovat oleellisesti kihartamattomia.

20. Jonkin tai joidenkin patenttivaatimusten 17-19 mukaiset synteettiset kuitukimput, **tunnetut** siitä, että yksittäisten filamenttien pituus on 3-30 mm.

21. Patenttivaatimuksen 20 mukaiset synteettiset kuitukimput, **tunnetut** siitä, että yksittäisten filamenttien pituus on 5-25 mm.

22. Patenttivaatimuksen 21 mukaiset synteettiset kuitukimput, **tunnetut** siitä, että yksittäisten filamenttien pituus on 6-18 mm.

23. Jonkin tai joidenkin patenttivaatimusten 17-22 mukaiset synteettiset kuitukimput, **tunnetut** siitä, että yksittäisten filamenttien keskimääräinen poikkimitta on 5-25 μm .

24. Patenttivaatimuksen 23 mukaiset synteettiset kuitukimput, **tunnetut** siitä, että yksittäisten filamenttien keskimääräinen poikkimitta on 10-20 μm .

25. Jonkin tai joidenkin patenttivaatimusten 17-24 mukaiset synteettiset kuitukimput, **tunnetut** siitä, että filamenttien sivusuhte on 200-800.

26. Patenttivaatimuksen 25 mukaiset synteettiset kuitukimput, **tunnetut** siitä, että filamenttien sivusuhte on 400-700.

27. Jonkin tai joidenkin patenttivaatimusten 17-26 mukaiset synteettiset kuitukimput, **tunnetut** siitä, että ne koostuvat olennaisesti polypropeenista.

28. Jonkin tai joidenkin patenttivaatimusten 17-27 mukaiset synteettiset kuitukimput, tunnetut siitä, että ne sisältävät 50-5000 filamenttia kimppua kohti.

Patentkrav

5

1. Förfarande för framställning av ett cementbaserat material, **kännetecknat** av att det till en betong-, bruk- eller cementblandning, till vilken vatten har tillsatts, tillsättes mindre än 1 viktprocent, angivet på cementmaterialen, av syntetfiberknippen omfattande 10-10 000 filament per knippe, varvid filamenten i huvudsak består av en polyolefin såsom polypropen eller polyeten, en polyester eller en blandning av föregående och uppvisar en längd av 1-30 mm, en medeldiameter av 5-30 μm och ett sidoförhållande av 100-1000, och att filamenten i varje knippe hålls samman genom ett vätnedel, som ger de enskilda filamenten en ytspänning, som möjliggör en i huvudsak homogen dispergering av dem i en betong, ett bruk eller en cementblandning genom konventionell blandning i en konventionell betongblandningsutrustning, att den resulterande blandningen blandas under en tid av minst omkring 20 sekunder för erhållande av en betong-, bruk- eller cementblandning, i vilken de enskilda fibrerna är i huvudsak homogent fördelade, och att betong-, bruk- eller cementblandningen gjuts i önskad konfiguration, eventuellt med inkorporering av ytterligare kroppar såsom armering under gjutningen.

2. Förfarande enligt patentkrav 1, **kännetecknat** av att vätnedlet är valt ur den grupp som består av fettsyraestrar av glycerider, fettsyraamider, polyglykolestrar, polyetoxyleerade amider, icke-joniska ytaktiva medel, katjoniska ytaktiva medel och blandningar av de föregående.

3. Förfarande enligt patentkrav 1 eller 2, **kännetecknat** av att en förtillverkad betong-, bruk- eller cementblandning, till vilken fiberknippena har tillsatts, blandas i en skovelblandare under en tid av minst omkring 20 sekunder, företrädesvis minst omkring 30 sekunder, för erhållande av en betong-, bruk- eller cementblandning, i vilken de enskilda filamenten är i huvudsak homogent fördelade.

4. Förfarande enligt patentkrav 1 eller 2, **kännetecknat** av att en in situ -betong-, -bruk- eller -cementblandning, till vilken fiberknippena har tillsatts, blandas i en trumblandare under en tid av minst omkring 2 min för erhållande av en betong-, bruk- eller cementblandning i vilken de enskilda filamenten är i huvudsak homogent fördelade.

5. Förfarande enligt något av patentkraven 1-4, **kännetecknat** av att syntetfibrknippen tillsätts i en mängd av 0,05-0,5 viktprocent räknat på cementmaterialen.
- 5 6. Förfarande enligt patentkrav 5, **kännetecknat** av att syntetfibrknippen tillsätts i en mängd av 0,1-0,3 viktprocent räknat på cementmaterialen.
7. Förfarande enligt patentkrav 6, **kännetecknat** av att syntetfibrknippen tillsätts i en mängd av 0,15-0,25 viktprocent räknat på cementmaterialen.
- 10 8. Förfarande enligt något av patentkraven 1-7, **kännetecknat** av att fibrerna är i huvudsak okrusade.
9. Förfarande enligt något av patentkraven 1-8, **kännetecknat** av att de enskilda filamenten har en längd av 3-30 mm.
- 15 10. Förfarande enligt patentkrav 9, **kännetecknat** av att de enskilda filamenten har en längd av 5-25 mm.
11. Förfarande enligt patentkrav 10, **kännetecknat** av att de enskilda filamenten har en längd av 6-18 mm.
- 20 12. Förfarande enligt något av patentkraven 1-11, **kännetecknat** av att de enskilda filamenten har en medeldiameter av 5-25 μm .
- 25 13. Förfarande enligt patentkrav 12, **kännetecknat** av att de enskilda filamenten har en medeldiameter av 10-20 μm .
14. Förfarande enligt något av patentkraven 1-13, **kännetecknat** av att fibrerna består i huvudsak av polypropen.
- 30 15. Förfarande enligt något av patentkraven 1-14, **kännetecknat** av att filamenten har ett sidoförhållande av 200-800.
16. Förfarande enligt patentkrav 15, **kännetecknat** av att filamenten har ett sidoförhållande av 400-700.
- 35 17. Syntetfibrknippen för användning i ett förfarande enligt något av patentkraven 1-16, vilka knippen omfattar 10 -10 000 filament per knippe, **kännetecknade**

- av att filamenten består i huvudsak av en polyolefin såsom polypropen eller polyeten, en polyester eller en blandning av föregående och uppvisar en längd av 1-30 mm, en medeldiameter av 5-30 μm och ett sidoförhållande av 100-1000, att fibrerna i varje knippe hålls samman genom ett vätnedel, och att vätnedlet ger de
- 5 enskilda filamenten en ytspänning, som möjliggör en i huvudsak homogen dispergering av dem i en betong, ett bruk eller en cementblandning genom konventionell blandning i en konventionell betongblandningsutrustning.
18. Syntetfiberknippen enligt patentkrav 17, **kännetecknade** av att vätnedlet är
- 10 valt ur den grupp som består av fettsyraestrar av glycerider, fettsyraamider, polyglykolestrar, polyetoxylerade amider, icke-joniska ytaktiva medel, katjoniska ytaktiva medel och blandningar av föregående.
19. Syntetfiberknippen enligt patentkrav 17 eller 18, **kännetecknade** av att fib-
- 15 rerna är i huvudsak okrusade.
20. Syntetfiberknippen enligt något av patentkraven 17-19, **kännetecknade** av att de enskilda filamenten har en längd av 3-30 mm.
- 20 21. Syntetfiberknippen enligt patentkrav 20, **kännetecknade** av att de enskilda filamenten har en längd av 5-25 mm.
22. Syntetfiberknippen enligt patentkrav 21, **kännetecknade** av att de enskilda filamenten har en längd av 6-18 mm.
- 25 23. Syntetfiberknippen enligt något av patentkraven 17-22, **kännetecknade** av att de enskilda filamenten har en medeldiameter av 5-25 μm .
24. Syntetfiberknippen enligt patentkrav 23, **kännetecknade** av att de enskilda
- 30 filamenten har en medeldiameter av 10-20 μm .
25. Syntetfiberknippen enligt något av patentkraven 17-24, **kännetecknade** av att filamenten har ett sidoförhållande av 200-800.
- 35 26. Syntetfiberknippen enligt patentkrav 25, **kännetecknade** av att filamenten har ett sidoförhållande av 400-700.

27. Syntetfiberknippen enligt något av patentkraven 17-26, kännetecknade av att de i huvudsak består av polypropen.
28. Syntetfiberknippen enligt något av patentkraven 17-27, kännetecknade av att de omfattar 50-5000 filament per knippe.
- 5